

## Электрическая поляризация, индуцированная фазовым расслоением в магнитоупорядоченном и парамагнитном состояниях $\text{GdMn}_2\text{O}_5$ , $\text{BiMn}_2\text{O}_5$

Б.Х. Ханнанов, В.А. Санина, Е.И. Головенчиц, М.П. Щеглов

<sup>1</sup>Физико-Технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, 194021, Санкт-Петербург, Россия  
boris.khannanov@gmail.com

Поляризация была обнаружена в мультиферроиках  $\text{RMn}_2\text{O}_5$  в интервале температур от 5К до 330К. Сегнетоэлектрический дальний порядок, имеющий обменно-стрикционную магнитную природу, наблюдался в  $\text{RMn}_2\text{O}_5$  только ниже температуры магнитного упорядочения ( $T_N = 35 - 40$  К). Мы считаем, что наблюдаемая поляризация обусловлена замороженным суперпараэлектрическим состоянием, которое формируется динамически равновесными локальными полярными областями фазового расслоения.

### Electric polarization induced by phase separation in magnetically ordered and paramagnetic states of $\text{GdMn}_2\text{O}_5$ , $\text{BiMn}_2\text{O}_5$

B.Kh. Khannanov, V.A. Sanina, E.I Golovenchits, M.P. Scheglov

<sup>1</sup>A.F. Ioffe Physical Technical Institute RAS, 26 Politekhnikeskaya, 194021, St. Petersburg, Russia.

The polarization were revealed in multiferroics  $\text{RMn}_2\text{O}_5$  at wide temperature interval (5 K - 330 K). The long-range ferroelectric order having an exchange-striction magnetic nature had been observed at low temperatures ( $T \leq T_C = 30 - 35$  K). We believe that the polarization we observed was caused by the frozen superparaelectric state, which was formed by the restricted polar domains resulting from phase separation and charge carriers self-organization.

Петли гистерезиса электрической поляризации (рис.1) были обнаружены в мультиферроиках  $\text{RMn}_2\text{O}_5$  ( $R = \text{Gd}, \text{Bi}$ ) в интервале температур от 5К до 330К [1]. Ранее сегнетоэлектрический дальний порядок, имеющий обменно-стрикционную магнитную природу, наблюдался в  $\text{RMn}_2\text{O}_5$  только ниже температуры магнитного упорядочения ( $T_N = 35 - 40$  К). При комнатной температуре  $\text{RMn}_2\text{O}_5$  характеризуется центросимметричной (пр. гр. Pbam).

Установлено, что петли гистерезиса электрической поляризации в диапазоне температур 5-330 К обусловлены замороженным суперпараэлектрическим состоянием, которое формируется динамически равновесными локальными полярными областями фазового расслоения. Области фазового расслоения возникают из-за наличия в  $\text{RMn}_2\text{O}_5$  соседних ионов марганца с различными валентностями ( $\text{Mn}^{3+}$  и  $\text{Mn}^{4+}$ ), между которыми возможен перенос делокализованного  $e_g$  электрона ионов  $\text{Mn}^{3+}$ . Эти области формируются за счет процессов самоорганизации носителей заряда. Полярность областей фазового расслоения возникает из-за перераспределения ионов с разной валентностью между центральными и нецентральными локальными позициями исходного кристалла. Полярные локальные области расположены в исходной центросимметричной матрице, формируя замороженное суперпараэлектрическое состояние.

Такое состояние изучалось ранее теоретически [2], но не наблюдалось экспериментально. При некоторых достаточно высоких температурах в парамагнитной области (100 – 330 К) замороженное суперпараэлектрическое состояние превращается в обычное суперпараэлектрическое состояние, в котором отсутствуют петли гистерезиса. Это происходит, когда высота энергетических барьеров на границах областей сравнивается с кинетической энергией электронов сквозной проводимости (утечки). Петли гистерезиса измерялись импульсным так называемым PUND методом, который позволял корректно исключить вклад в петли проводимости. Независимыми диэлектрическими и структурными методами изучались свойства областей фазового расслоения. Наблюдались корреляции в свойствах областей фазового расслоения и петель

гистерезиса поляризации. Обнаруженная высокотемпературная поляризация также была магнитной природы и управлялась магнитным полем, так как двойной обмен является ключевым взаимодействием, ответственным за фазовое расслоение.

Отметим, что недавно появилась синхротронная рентгеновская структурная работа [3], в которой при комнатной температуре в ряде  $\text{RMn}_2\text{O}_5$  с различными R ионами наряду с интенсивными рефлексами, соответствующими пр.гр.  $P6_{\text{am}}$ , наблюдались также слабоинтенсивные рефлексы, не описываемые центросимметричной группой. Авторы [3] считали, что весь однородный кристалл обладает нецентральной симметрией  $P6_{\text{m}}$ . Нам же удалось обнаружить лишь локальные полярные области фазового расслоения. Структурного перехода и аномалий, характерных для сегнетоэлектрического перехода при температурах выше  $T_N$  не было обнаружено.

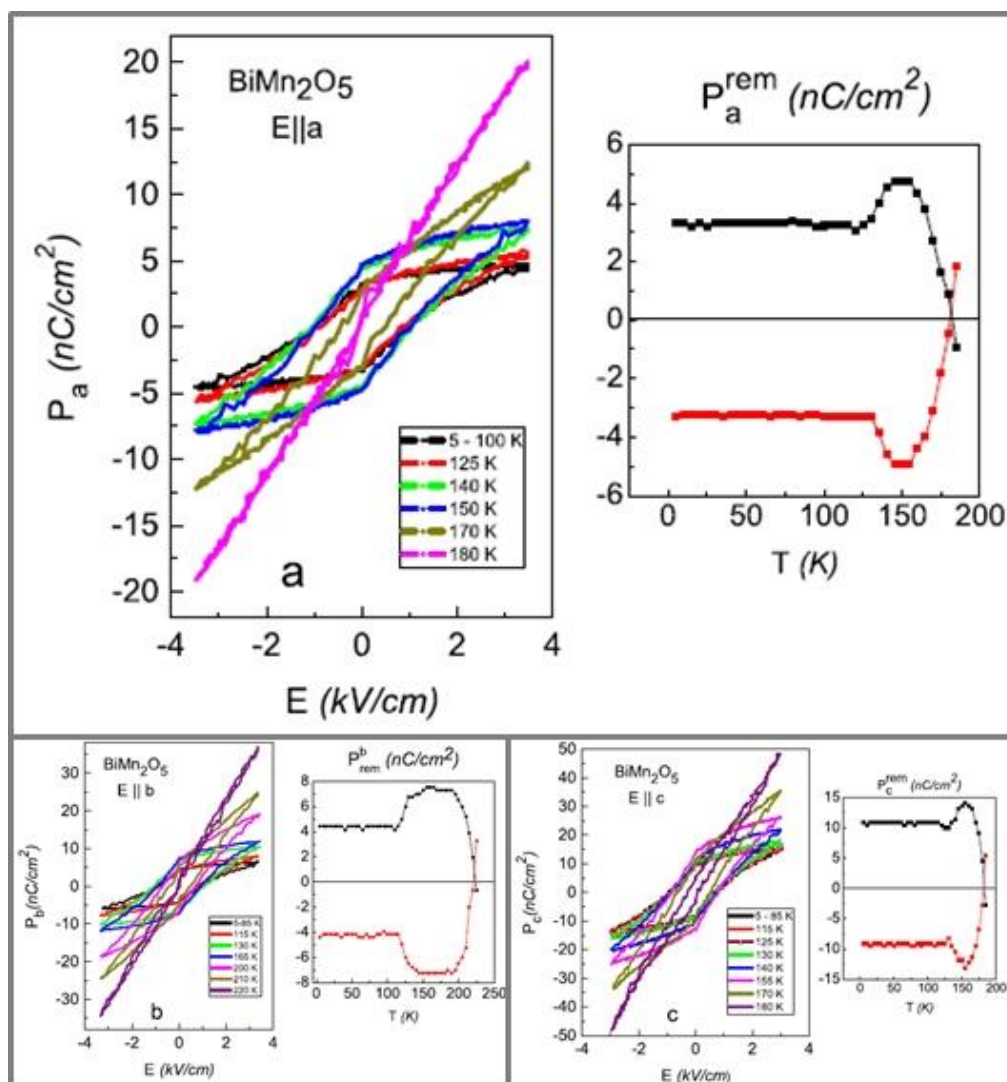


Рисунок 1. Петли электрической поляризации и остаточная поляризация  $\text{BiMn}_2\text{O}_5$  вдоль разных осей.

1. B.Kh. Khannanov, V.A. Sanina, E.I. Golovenchits, M.P. Scheglov *J. of Magnetism and Magnetic Materials* **421** (2017) 326–335.
2. M.D. Glinchuk, E.A. Eliseev, A.N. Morozovska, *Phys.Rev. B*, **78**, 134107 (2008).
3. V. Baledent, S. Chattopadhyay, P. Fertey, M.B. Lepetit, M. Greenblatt, B. Wanklyn, F.O. Saouma, J.I. Jang, P. Foury-Leylekian, *Phys. Rev. Lett.* **114**, 117601 (2015).